

## Część trzecia

### JEZDNIA MOSTU I CHODNIKI KONSTRUKCJA NAWIERZCHNI STALOWYCH MOSTÓW

#### Rozdział I

#### NAWIERZCHNIA KOLEJOWYCH MOSTÓW STALOWYCH

##### A. Nawierzchnia na mostownicach

##### 1. Mostownice drewniane

Najczęściej stosowana konstrukcja nawierzchni kolejowych mostów stalowych, należąca do typu nawierzchni lekkich, składa się z szyn tocznych oraz z odbojnic szynowych lub drewnianych

Szyny i odbojnice są umieszczone na drewnianych mostownicach, ułożonych na stalowych podłużnicach (belkach podłużnych jezdni mostu) lub bezpośrednio na pasach stalowych dźwigarów głównych. Konstrukcję taką stosuje się w mostach kolejowych niewielkich rozpiętości z jazdą górą, w których odległość pomiędzy osiami dźwigarów głównych wynosi  $1,80 \div 2,40$  m.

Na belkach podłużnych weina się zwykle mostownice drewniane w pas górny na głębokość  $10 \div 15$  mm, aby w ten sposób uniemożliwić przesuwanie się mostownic wzdłuż ich osi, tj. w kierunku poprzecznym mostu.

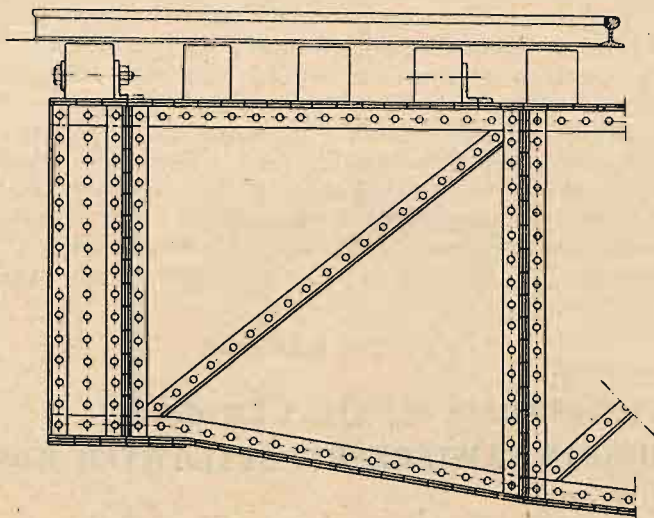
Na pasach górnych blachownic przynitowuje się kątowniki nierównoboczne  $120 \cdot 80 \cdot 10$  lub  $150 \cdot 75 \cdot 10$ , do większego boku których przytwierdza się mostownice za pomocą śruby o średnicy  $20 \div 22$  mm (rys. 258).

Do kątowników takich przytwierdza się zwykle co trzecią lub nawet co czwartą mostownicę, wszystkie zaś pozostałe mostownice — do pasów podłużnic specjalnymi hakami pionowymi.

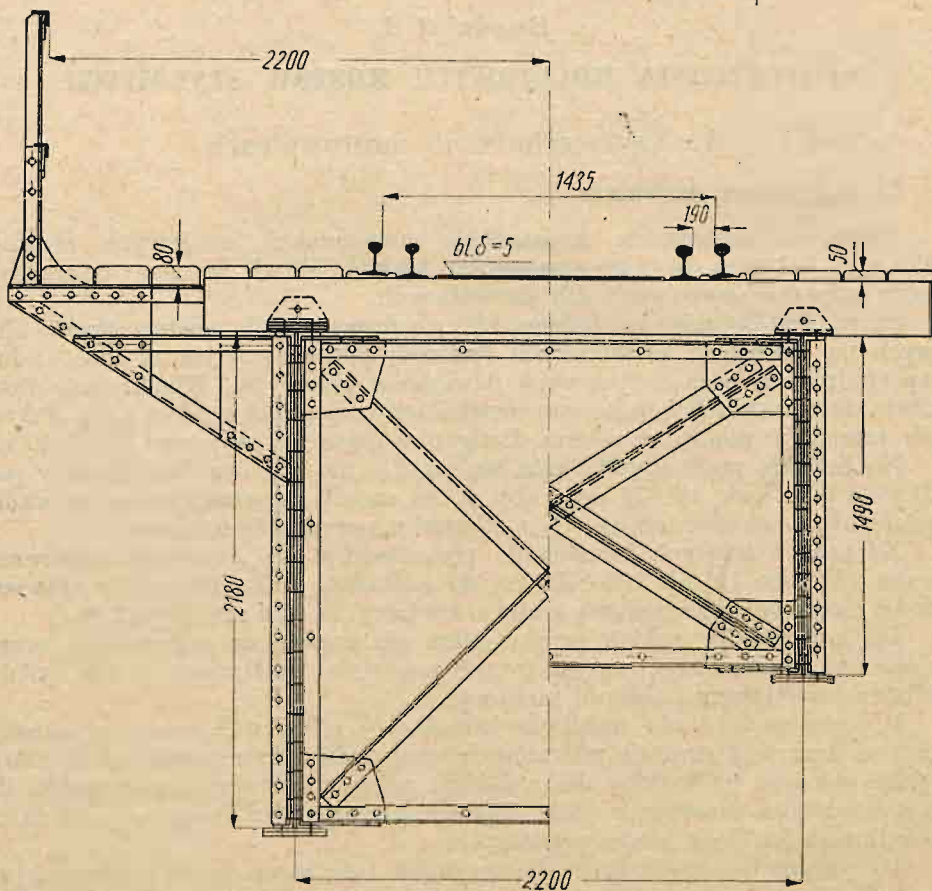
W celu zachowania możliwie jednakowej odległości pomiędzy mostownicami przy podłużnicach nitowanych trzeba niekiedy zmieniać skok nitów w pasie górnym podłużnicy dla zrobienia miejsca kątownikom służącym do przytwierdzania mostownic, tak aby przylegały one do pasa podłużnicy pośrodku skoku jego nitów poziomych.

W przypadku podłużnic walcowanych lub spawanych kątowniki do przytwierdzenia mostownic można przynitowywać lub przypawać w miejscach dowolnych.

a



b



Rys. 258



Przytwierdzenie mostownic do podłużnic tylko za pomocą haków nie powinno być stosowane, ponieważ haki (rys. 259) nie przytwierdzają w dostatecznym stopniu mostownic, które mogą się przesunąć wzdłuż podłużnic, zwłaszcza jeżeli podłużnice są walcowane lub spawane.

Zamiast haków można stosować śruby pionowe, które przechodzą przez specjalne blachy, przynitowane dwoma nitami do spodu zewnętrznych kątowników podłużnic i odgięte do góry tak, aby wcięcia mostownica dokładnie przylegała do blachy swą dolną płaszczyzną (rys. 260).

Sposób ten, oprócz niedogodności przy rozłożeniu nitów w pasach górnych podłużnic, ma przy tym jeszcze tę wadę, że przy nacisku na mostownice blachy je podtrzymujące wzdłuż podłużnicy skręcają się, śruba ulega zgięciu, a mostownica w otworze śruby zgnieceniu.

Przy stosowanych wymiarach mostownic i dopuszczalnych ich odległościach między osiami odległość pomiędzy mostownicami w świetle może wahać się w granicach  $44 \div 48$  cm.

W razie zejścia kół taboru kolejowego z szyn, koła zapadałyby się dość głęboko w przerwy pomiędzy mostownicami, co mogłoby spowodować katastrofę. Należy więc pomiędzy szynami a odbojnicami umieścić jako zabezpieczenie stalową blachę żeberkową o grubości około 5 mm, która zapobiegłaby zapadaniu się kół w przerwy pomiędzy mostownicami.

Mostownice pomiędzy odbojnicami powinny być pokryte materiałami niepalnymi, aby uchronić je od zapalenia się w razie wypadnięcia rozżarzonego węgla z popielnika parowozu.

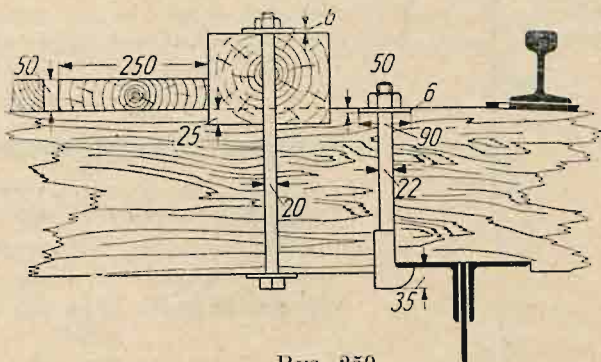
Pomiędzy odbojnicami na mostach kładzie się zwykle pomost z desek (rys. 261).

Dla zabezpieczenia mostownic od pożaru pokrywa się deski zwykłą blachą, tuczniem lub darnią.

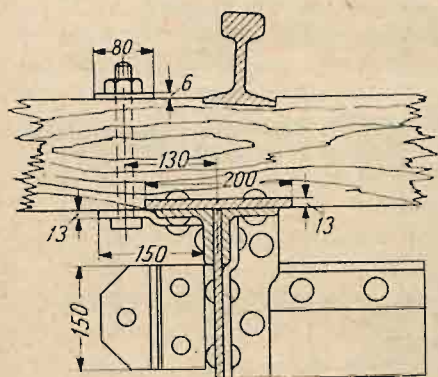
Zamiast tuczniem lub darnią, które znacznie obciążają most, można pokryć deski pomostu stalową blachą tłoczoną o grubości 2 lub 3 mm.

Blacha o nieco większej grubości (np. 5 mm) ułożona na odpowiednich dylach może w zupełności zastąpić deski chodnika.

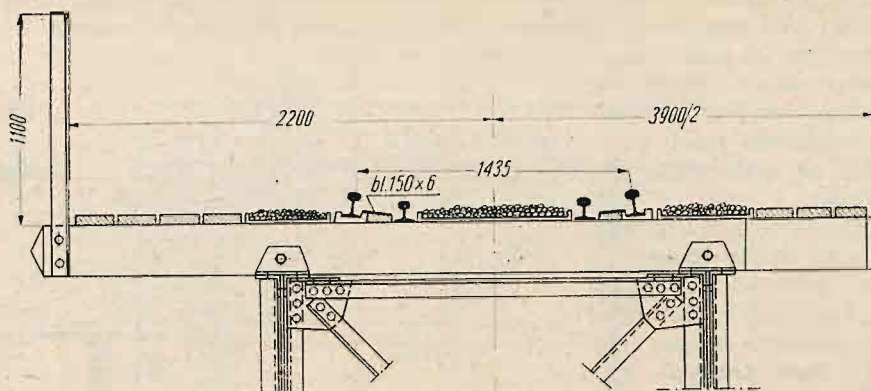
Pokrycie blachą mostownic drewnianych pomiędzy szynami zabezpiecza je nie tylko od pożaru, lecz również od ujemnego działania wody deszczowej, dzięki czemu ulepsza się konserwację drewnianej nawierzchni mostu. Ze względów oszczędnościowych na pokrycie mostownic stosować należy deski pokryte cienką blachą.



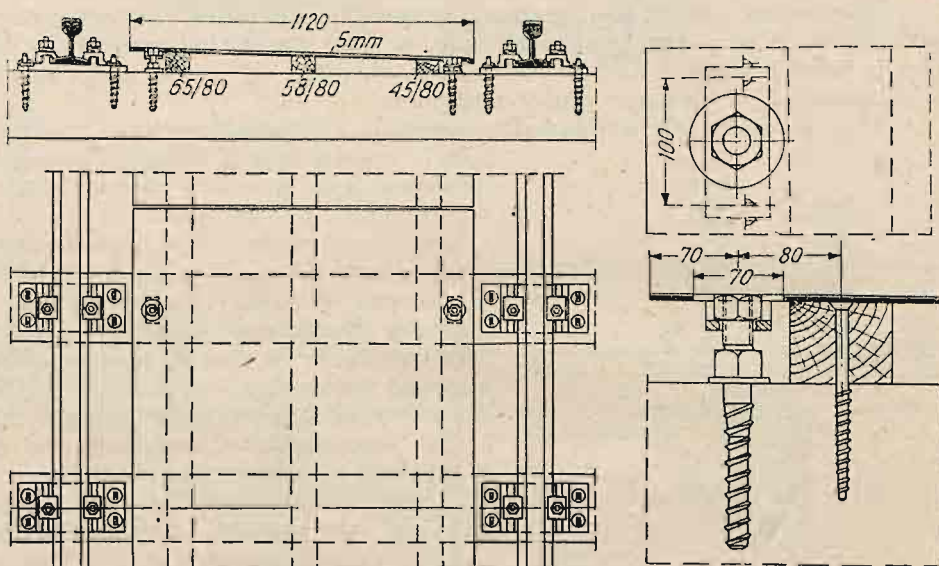
Rys. 259



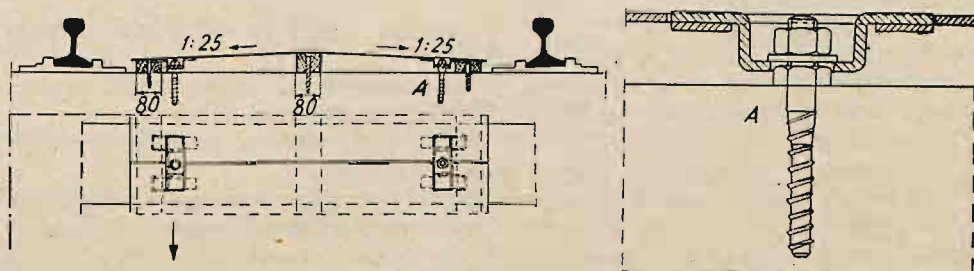
Rys. 260



Rys. 261



Rys. 262



Rys. 263

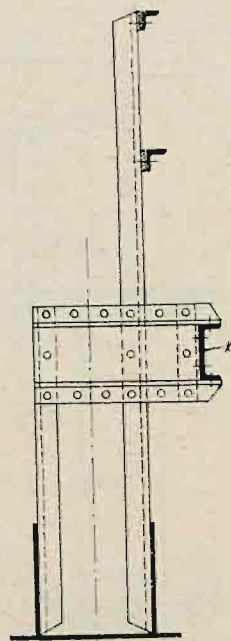


Na rys. 263 podany jest jeden ze sposobów przekrycia mostownice pomiędzy szynami toru. Na mostownicach ułożone są trzy żerdzie dębowe: dwie boczne niższe i środkowa wyższa, tak że blacha przytwierdzona do mostownice na bocznych żerdziach wygina się na żerdzi środkowej i tworzy dach dwuspadowy o spadku 1 : 25. Blachę przytwierdza się do mostownice za pomocą odpowiednich wkrętek.

Przy omawianiu konstrukcji nawierzchni mostów drewnianych wspomniano, że długość mostownice jest różna, że co dwie lub co trzy mostownice o długości  $2,40 \div 3,00$  m stosuje się mostownice dłuższe ( $4,80 \div 5,00$  m), które służą za belki poprzeczne do podtrzymania obu chodników na moście na zewnątrz toru kolejowego, tj. poza szynami tocznymi lub poza odbojnicami, jeżeli one są również ułożone na moście.

Konstrukcja chodników na wydłużonych mostownicach, przytwierdzanych zwykle kątownikami do podłużnic, stwarza znaczne niedogodności, gdyż wiąże chodniki oraz poręcze bezpośrednio z nawierzchnią jezdni. Przy wymianie mostownice trzeba zrywać chodniki i usuwać poręcze, co utrudnia wykonywanie robót na moście i podawanie materiału.

Dlatego obecnie dąży się, aby chodniki oddzielić od toru kolejowego na moście. Wykonać to można w dwojaki sposób: albo zastosować dodatkowe stalowe beleczki podłużne pomiędzy poprzecznicami, które wraz z podłużnicami zasadniczymi stanowią podparcie drewnianych beleczek poprzecznych chodnika, co jest możliwe przy niewielkich odstępach pomiędzy poprzecznicami, albo też do belek podłużnych lub prętów pasa dolnego w połowie ich długości przymocować wsporniki, które końcami swymi podtrzymują stalową beleczkę podłużną *k* (rys. 264).



Rys. 264

Drewniane beleczki poprzeczne mogą być jednym końcem (nad podłużnicą) złączone śrubą z mostownicą, drugim zaś końcem połączone ze stalową beleczką podłużną (rys. 265) za pomocą kątownika i śruby.

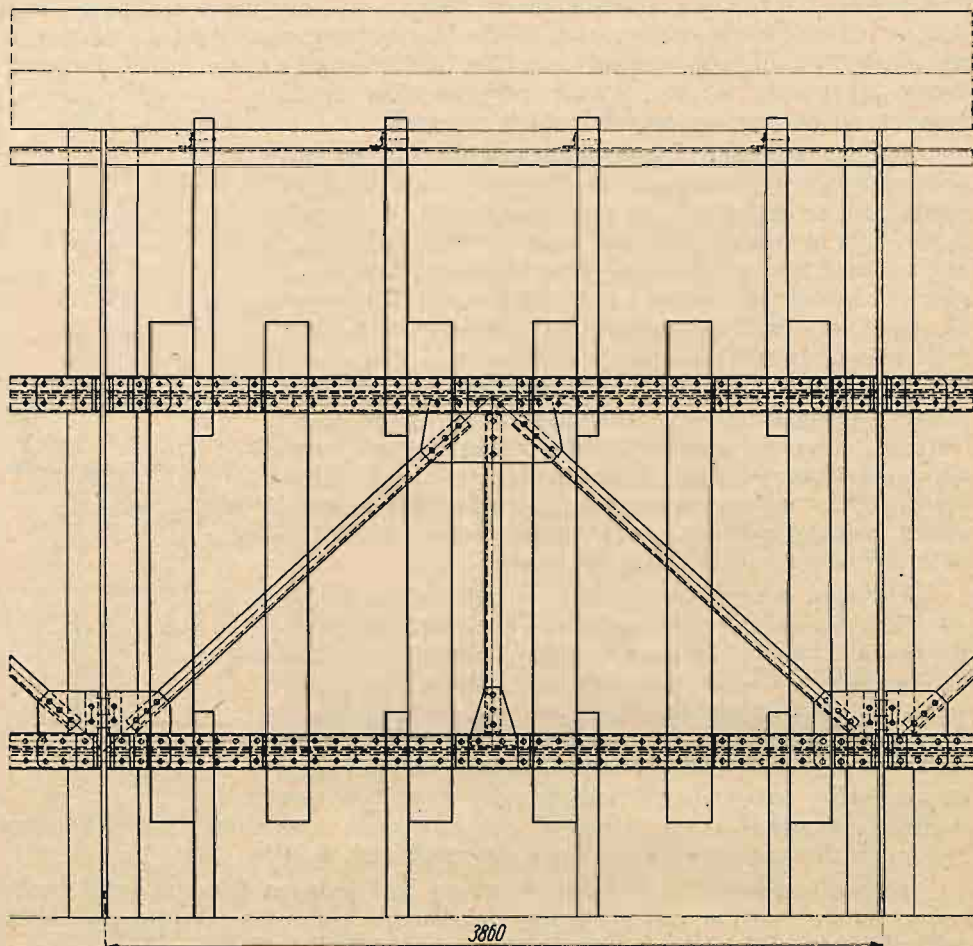
Mostownice ułożone bezpośrednio na pasach belek podłużnych naciskają na nie nieosiowo. Przy silniejszym uginaniu się naciskają również na krawędzie wewnętrzne pasów podłużnie, często je zniekształcając. Dla uniknięcia tego można by wzdłuż osi podłużnie — pomiędzy główkami pionowych nitów pasów — dać płaskownik o szerokości  $20 \div 25$  mm i na nim dopiero układać mostownice. Wtedy jednak mostownice musiałby mieć od spodu podkładki odpowiednich wymiarów i grubości, tak aby ciśnienie prostopadle do włókien mostownice było utrzymane w granicach dopuszczalnych.

Przy pasie podłużnicy przedstawionej na rys. 266 szerokość podkładki pomiędzy główkami nitów wynosi 50 mm; przy nacisku koła parowozu do 10 T i dopuszczalnym naprężeniu na docisk mostownicy sosnowej  $15 \text{ kG/cm}^2$  oraz przy szerokości mostownicy 24 cm — długość podkładki wypadnie

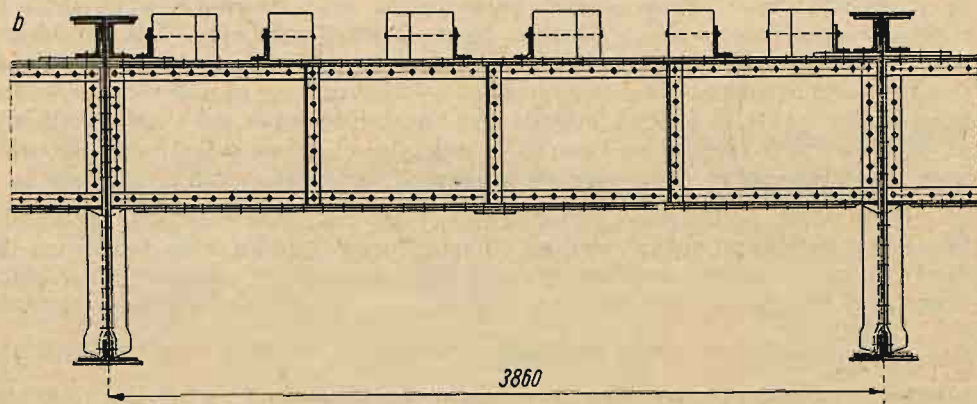
$$b = \frac{10\,000}{15 \cdot 24} \approx 30 \text{ cm.}$$

Aby podkładka ta mogła rozłożyć ciśnienie równomiernie, grubość jej pośrodku powinna wynosić około  $\delta = 3,0$  cm. Kształt takiej podkładki, przymocowanej do mostownicy od dołu wkrętami, może być przyjęty według rys. 266.

a



b

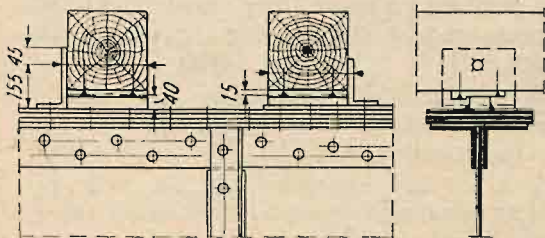


Rys. 265

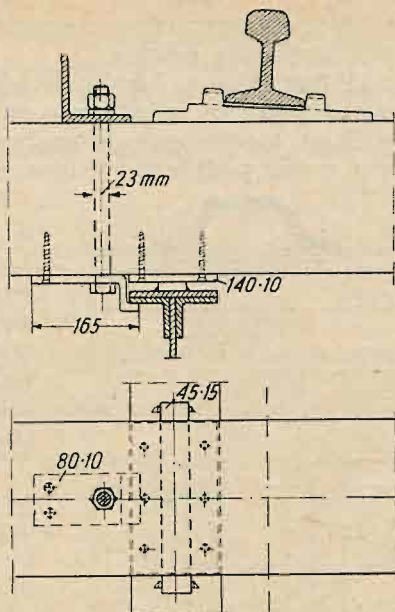


Obrzeże od dołu odgranicza od wewnątrz toru płaskownik, ułożony i przytwierdzony do podłużnicy albo klamrami, albo też przypawany, który zapobiega przesuwaniu się mostownicy w poprzek mostu. Przesuw zaś mostownicy wzdłuż mostu jest uniemożliwiony, ponieważ jest ona przymocowana śrubami do krótkich kątowników na pasach podłużnic.

To samo może być osiągnięte za pomocą klamry, śruby i kątownika (rys. 267).



Rys. 266



Rys. 267

## 2. Mostownice stalowe

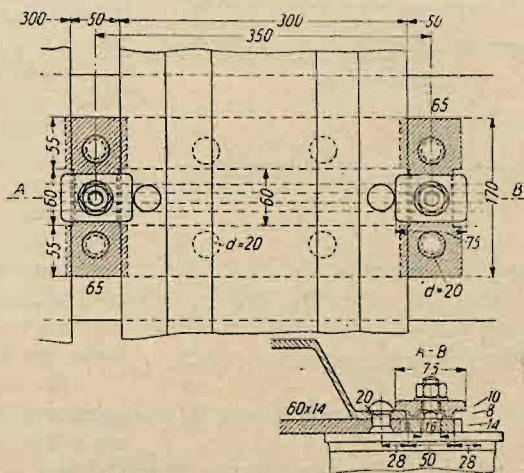
Jakkolwiek mostownice stalowe w postaci kształtówek Woterena (Vautherin) są lżejsze od mostownic drewnianych i nie wymagają żadnych zabezpieczeń przeciwpożarowych, jednakże są droższe od mostownic drewnianych i przy tym mniej elastyczne.

Mniejsza elastyczność mostownic stalowych powoduje większe wstrząsy mostu przy wjeździe pociągu niż mostownice drewniane.

Zmniejszenie tych wstrząsów oraz zwiększenie elastyczności jazdy na moście osiąga się przez ułożenie na mostownicach stalowych pod podkładkami szynowymi specjalnych przekładek z filcu sprasowanego, przesyconego gudronem lub przez użycie skórzanych podkładek odpowiedniej grubości.

Przekładki filcowe mają tę zaletę, że tłumią łoskot, który powstaje zwykle wówczas, gdy podkładki stalowe są umieszczone bezpośrednio na mostownicach stalowych.

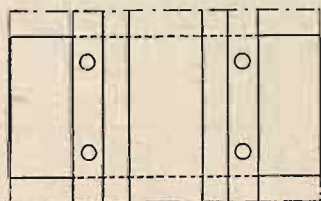
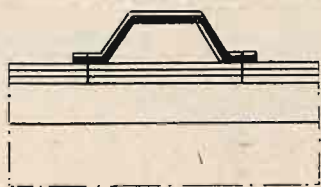
Przy mostownicach stalowych ważną jest rzeczą, aby ciśnienie od nich przenosiło się — w miarę możliwości — osiowo na podłużnicę. W tym celu można na osi podłużnic umieścić płaskownik, jak to było wskazane przy opisie mostownic drewnianych, lub też można to osiągnąć w sposób podany na rys. 268.



Rys. 268

W tym przypadku mostownice są swobodnie oparte na podłużnicach, na które naciskają osiowo.

Poprzeczki z blachy z niewielkimi wycięciami z boków zapobiegają przesuwaniu się mostownic w płaszczyźnie pasów podłużnicy, łapki zaś dociskają mostownice do pasów nie pozwalając im się podnosić. Poprzeczki łączą stopki podkładu i jednocześnie wywołują ciśnienie osiowe na podłużnice.



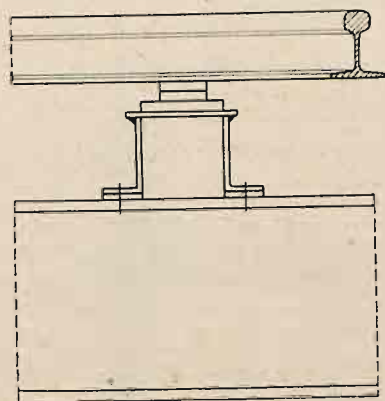
Rys. 269

Należy zwrócić uwagę, że mostownice w kształcie Woterena (rys. 269) mają ścianki boczne pochylone i stosunkowo cienkie. Pod wpływem silnego ciśnienia ścianki te wyginają się dążąc do rozsunęcia, wobec czego należy je pod szynami a także nad podłużnicami usztywnić za pomocą przepon. Przy niewielkiej odległości szyn od podłużnic można usztywniać mostownice stalowe tylko pod szyną.

Aby ciśnienie od mostownicy przenosiło się na podłużnicę osiowo, przynitowuje się do dolnej części mostownicy płaskowniki o przekroju  $60 \cdot 14$ , które trafiają dokładnie na osie podłużnic, przy czym długość płaskowników równa się szerokości podstawy mostownicy (rys. 268).

Podkładki z płaskowników przenoszą ciśnienie mostownic osiowo na podłużnice.

W miejscu, gdzie mostownica opiera się na podłużnicy (rys. 268), na pasie przynitowane są w poprzek podłużnicy dwa poprzeczne płaskowniki o przekroju  $65 \cdot 14$  i długości 170 mm, które mogą być przytwierdzone pionowo dwoma nitami w poprzek podłużnicy. Płaskowniki te mają pośrodku z obu



Rys. 270

stron wycięcia prostokątne o szerokości 60 mm i głębokości 7,5 mm. Odległość między osiami tych dwóch płaskowników równa się szerokości podstawy plus szerokość płaskowników wzdłuż osi belki, tj. w danym przypadku plus 50 mm.

Płaskownik przynitowany do mostownicy wchodzi swymi końcami w wycięcia płaskowników poprzecznych, przytwierdzonych do podłużnicy, i w ten sposób zapobiega przesuwaniu się mostownicy wzdłuż i w poprzek podłużnicy.

Klamra prostokątna dociska stopy mostownicy do podłużnicy, przez co uniemożliwia jej ruch w kierunku pionowym.

Zamiast mostownic walcowanych można stosować mostownice spawane, składające się z kątowników nierównobocznych i blach.

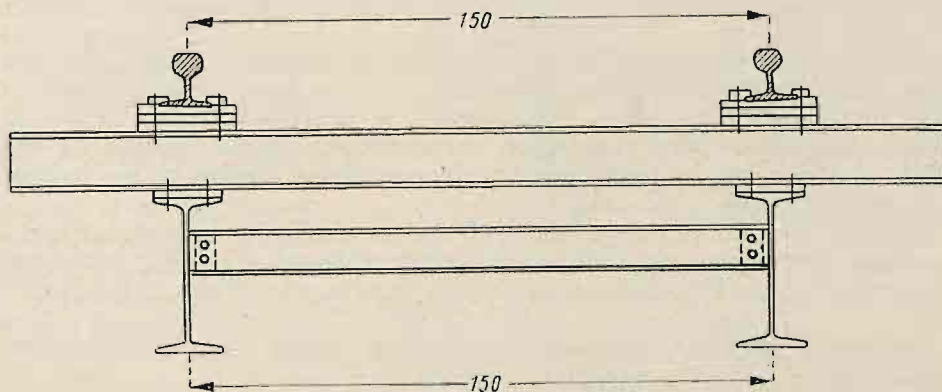
W przekroju poprzecznym mostownice te mają kształt korytek z bokami pionowymi (rys. 270).

Mostownice takie układane są na podłużnicach na filcowych sprasowanych przekładkach i przytwierdzone do podłużnic czterema śrubami. Mostownice mają dwie przepony pod szynami, które mają pod stopkami podkładki drewniane.

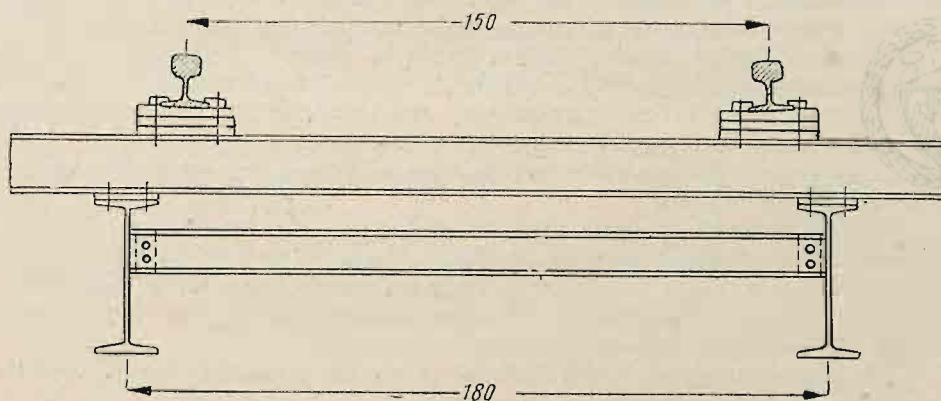


Konstrukcję taką stosuje się także wówczas, gdy odległość pomiędzy podłużnicami równa się odległości pomiędzy osiami szyn (rys. 271).

W każdym razie elastyczność toru jest w tym przypadku mniejsza, niż wtedy, gdy mostownice pracują jako belki swobodnie podparte i szyny są przytwierdzone w pewnej odległości od punktów podparcia mostownice (rys. 272).



Rys. 271



Rys. 272

Ostatnio przeprowadza się doświadczenia nad mostownicami stalbetonowymi. Wskutek zniszczenia lasów podczas wojny sprawa przejścia na masową produkcję tego rodzaju wyrobów stalbetonowych stała się ważna i aktualna.

## B. Nawierzchnia kolejowa z podsypką

### 1. Zalety i wady nawierzchni z podsypką

Nawierzchnia z podsypką należy do typu nawierzchni ciężkich i dlatego w stalowych mostach kolejowych stosuje się ją przy niewielkich rozpiętościach przęseł, a przede wszystkim w wiaduktach miejskich nad ulicami.

Nawierzchnia na podsypce ma dużo zalet, które w wielu przypadkach decydują o jej stosowaniu.

Przy podsypce stosuje się zwykle podkłady, na których leżą szyny. Zatem konstrukcja toru niczym nie różni się od konstrukcji toru na szlaku kolejowym poza mostami i wskutek tego przy wjeździe pociągu na most nie odczuwa się ani uderzeń, ani też charakterystycznych wstrząsów, jakie powstają na mostach np. przy użyciu mostownic stalowych.

Jak wiadomo, im lżejszy jest sam most, tym większy wpływ dynamiczny wywiera obciążenie ruchome na wszystkie części składowe mostu, zwłaszcza gdy obciążenie to powstaje nagle, co zachodzi przy każdorazowym wjeździe pociągu na most.

Mosty o niewielkich rozpiętościach przeseł mają ciężar własny dwa i więcej razy mniejszy od obciążenia ruchomego, tak np. przy rozpiętości przeseł około 50 m wpływ obciążenia ruchomego jest około 2,8 razy większy niż obciążenia stałego. Przy mniejszych rozpiętościach przeseł różnica ta jest jeszcze większa. Przy nawierzchni z podsypką ciężar własny mostu wzrasta od dwóch do dwóch i pół raza.

Wzrost ten nie powstaje bez wpływu na zmniejszenie dynamiczności obciążenia ruchomego na moście, co należy zaliczać do zalet, natomiast zwiększenie ciężaru własnego mostu pociąga za sobą wzrost kosztu jego budowy.

Przy nawierzchni z podsypką ciężar metalu (stali) w konstrukcji nośnej mostu wzrasta  $25 \div 40\%$ , a czasem i więcej.

Z punktu widzenia utrzymania konstrukcja nawierzchni mostowej na podsypce ma tę zaletę, że zarówno ułożenie samej nawierzchni jak również i przeprowadzenie jej naprawy nie nastroczą żadnych dodatkowych trudności, ponieważ są takie same jak na normalnym szlaku kolejowym.

Natomiast części stalowe mostu, które są pokryte podsypką, znajdują się oczywiście w nieco gorszych warunkach niż przy nawierzchni z mostownic. Dostęp do tych części jest utrudniony. Na przykład w razie konieczności ponownego malowania części stalowych pokrytych podsypką trzeba wpierw usunąć podsypkę i przestawić szyny na dyle podłużne, co spowoduje ograniczenie ruchu na moście.

Dlatego najczęściej przy podłożu stalowym nie kładzie się podsypki bezpośrednio na części stalowe mostu, lecz układa się wpierw warstwę betonu, a na nim izolację, która zabezpiecza beton od przeciekania wody deszczowej. Warstwę izolacyjną pokrywa się ochronną warstwą chudego betonu i dopiero na nim układa się podsypkę ze żwiru lub tłucznia.

Tak skonstruowana nawierzchnia mostowa wymaga bardzo rzadko naprawy i dlatego jest często stosowana.

Nawierzchnia taka zapobiega w zupełności zapadaniu się kół taboru w razie wykolejenia się pociągu, jest niepalna i tłumi loskot przejeżdżającego pociągu, co jest szczególnie ważne wówczas, gdy wiadukty są położone w mieście.

## 2. Podłoże z blachy nieckowej

Jako podłoże podtrzymujące podsypkę stosuje się w mostach: blachę płaską falistą, blachę walcową lub nieckową, kształtowniki Zoresa i Wotere-na, a także płyty żelbetowe.

Obecnie w mostach kolejowych najczęściej stosuje się blachy nieckowe. Są one zwykle lżejsze od blach płaskich, które wymagają specjalnych usztywnień kątownikami, zetownikami lub ceownikami dla zwiększenia ich wytrzymałości. Ponadto blachy płaskie są zwykle grubsze od blach nieckowych o tej samej wytrzymałości.



Pod względem wytrzymałości blacha walcowa w zupełności odpowiada blasze nieckowej, natomiast ustępuje jej pod względem sztywności (rys. 273).

Jeżeli chodzi o ilość betonu pokrywającego blachy podłoża, to niecka zajmuje pośrednie miejsce pomiędzy blachą płaską a blachą walcową, która dla zapelnienia wgłębień wymaga najwięcej betonu.

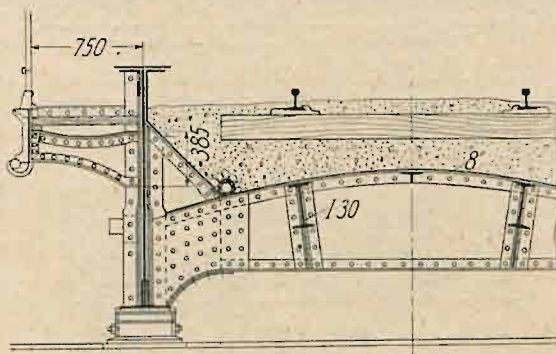
Przy blachach nieckowych zazwyczaj nie stosuje się łożysk podłużnych w tym poziomie mostu, w którym znajdują się niecki, a więc nie ma łożysk w poziomie górnym — jeżeli most jest z jazdą górą, i w poziomie dolnym — jeżeli most jest z jazdą dołem.

Kształtowników Zoresa i Woterena obecnie nie stosuje się zarówno ze względu na pewne trudności przy przytwierdzaniu ich do belek, na których są umieszczone, jak również z tego powodu, że niedostatecznie usztywniają one most w płaszczyźnie poziomej i nie przewyższają zaletami np. blach nieckowych.

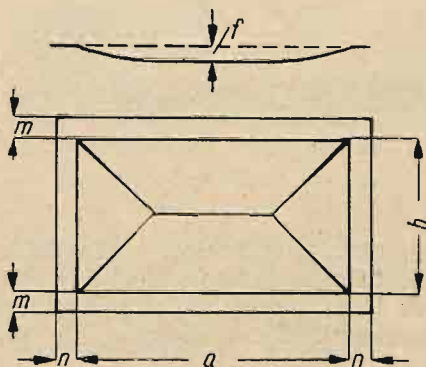
Wymiary blach nieckowych mieszczą się w granicach  $1,50 \cdot 1,50 \div 1,0 \cdot 2,5$  m przy grubości  $5 \div 10$  mm i wklęsłości równej  $\frac{1}{8} \div \frac{1}{18} b$ , jeżeli  $b$  oznacza mniejszy wymiar niecki (rys. 274).

Na rys. 275 podane są różne rodzaje niecek wykonanych w całości oraz składanych z oddzielnych części.

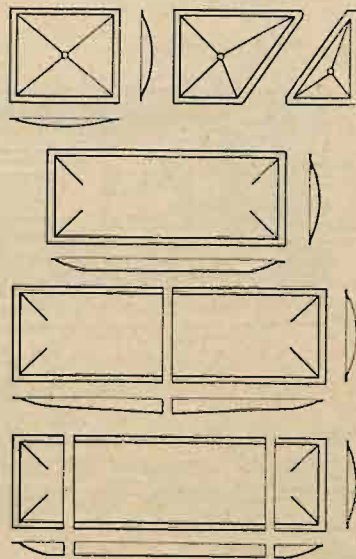
Wymiary  $a$  i  $b$  wklęsłej części niecki mogą być dowolne w granicach poprzednio



Rys. 273



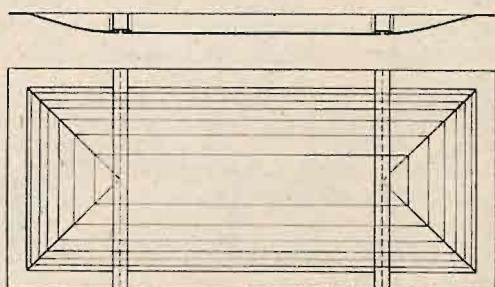
Rys. 274



Rys. 275

podanych; również boki  $m$  i  $n$  niecki (rys. 274) mogą mieć wymiary dowolne i różne, ponieważ są zależne od szerokości pasów tych belek, do których są przytwierdzone.

Od szerokości boków  $m$  i  $n$  nie zależą wymiary ani matrycy ani tłoka, za pomocą których niecki są wygniatane, wymiary  $a$  i  $b$  zaś wymagają odpowiednich wymiarów matrycy i tłoków. Przyrządy do wygniatania niecek



Rys. 276

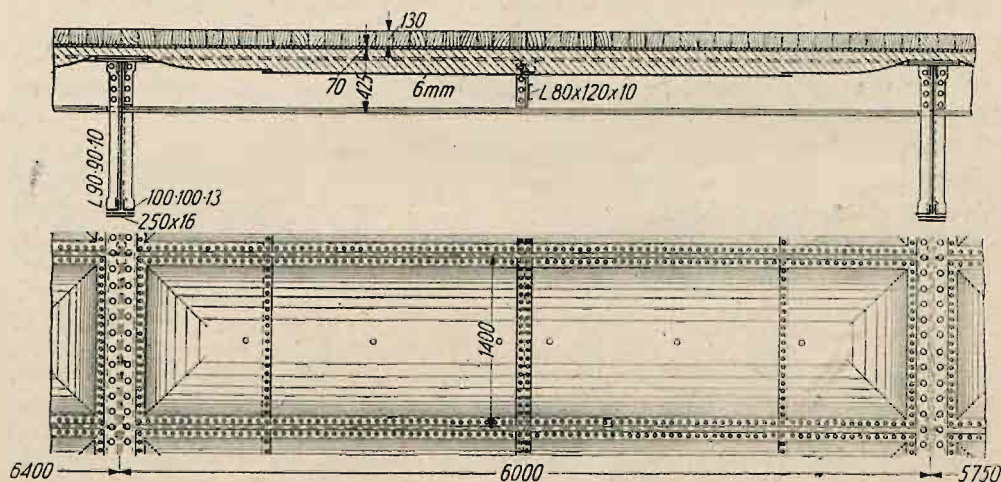
są kosztowne, toteż nie zaleca się stosowania niecek różnorodnych pod względem wymiarów  $a$  i  $b$ .

Jeżeli wymiar  $b$  wszystkich niecek jest stały, wymiar  $a$  zaś zmienny, to przy tłoczeniu można korzystać z tych samych matrycy i tłoków; w tym przypadku niecki muszą być rozcięte na połowy i odpowiednio ściągane śrubami i czopami, które zapobiegają przesuwaniu się jednej połowy niecki względem drugiej. Pomiędzy te

dwie połowy niecki można wstawić środkową część cylindryczną o dowolnej długości i w ten sposób zmieniać zależnie od potrzeby długość  $a$  niecek.

Na rys. 276 przedstawiono nieckę wydłużoną. Proces wytłaczania niecek odbywa się w następujący sposób.

Blachę płaską o wymiarach nieco większych od wymiarów ostatecznych niecki nagrzewa się w odpowiednich piecach hutniczych do temperatury około



Rys. 277

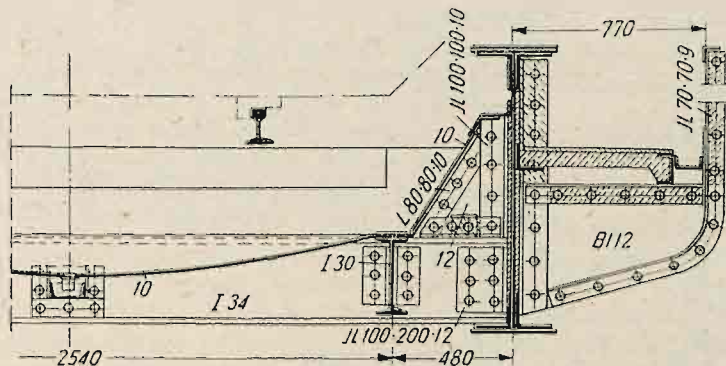
900° C i kładzie na matrycę-kowadło, po czym natychmiast z niewielkiej wysokości opuszcza się na blachę tłok-młot, który z kolei podnosi się i jeszcze raz opuszcza. Po powtórным opuszczeniu tłoka trzyma się go przez kilka minut na blasze pod ciśnieniem. Gotowe niecki układa się w stosy, aby powoli stygły.

Niewielka falistość boków  $m$  i  $n$  nie ma żadnego znaczenia, gdyż po nałożeniu niecek na belki można je lekko wyrównać przyciągając śrubami do belek, z którymi mają być znitowane.

Niekiedy stosuje się niecki wydłużone (rys. 277), których wymiar  $a$  dochodzi do 6 m. Niecki takie składają się zwykle z trzech lub z czterech czę-



ści. Części końcowe powstają w wyniku przepołowienia niecki. Pomiedzy te połowy wstawiona jest blacha cylindryczna o tych samych wymiarach szerokości co blacha nieckowa. Poszczególne części składowe niecki można połączyć za pomocą nakładek nitowanych lub przypawanych od strony wklęsłej.



Rys. 278

Niecki układa się przeważnie wypukłością w dół. Pracują one wtedy jak łańcuchy na rozciąganie (rys. 278 — blachownica w moście z jazdą dołem i rys. 279 — blachownica w moście z jazdą górą).

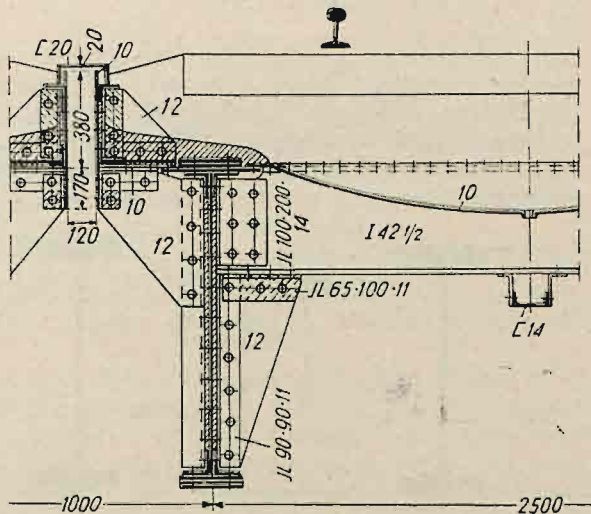
Przy układaniu niecek wypukłością do góry potrzeba mniej betonu do pokrycia, natomiast trudniejsze jest wówczas odprowadzenie wody z miejsc pachwinowych, która prześląka przez beton. Ponadto niecka pracuje wtedy jako sklepienie i jest ściskana, co nie jest korzystne (rys. 280).

Blachy nieckowe wymagają, aby belki je podtrzymujące i tworzące czworoboki prostokątne w mostach prostych lub równoległoboki oraz trójkąty w mostach ukośnych miały górne krawędzie położone na jednakowym poziomie.

Blachy nieckowe kładzie się bokami *m* i *n* na pasy belek tworzących czworoboki lub równoległoboki, a środkowa część *a* i *b* niecek znajduje się w świetle pomiędzy belkami.

Dlatego wymiary *a* i *b* od strony wypukłej powinny być mniejsze o około 10 mm od odległości w świetle między pasami belek tworzących czworoboki.

Jeżeli blachy nieckowe układa się wypukłością do góry, to wówczas zachodzi zjawisko odwrotne i jest rzeczą pożądaną, aby szerokości *a* i *b* były o 10 mm większe od rozpiętości czworoboków w świetle.

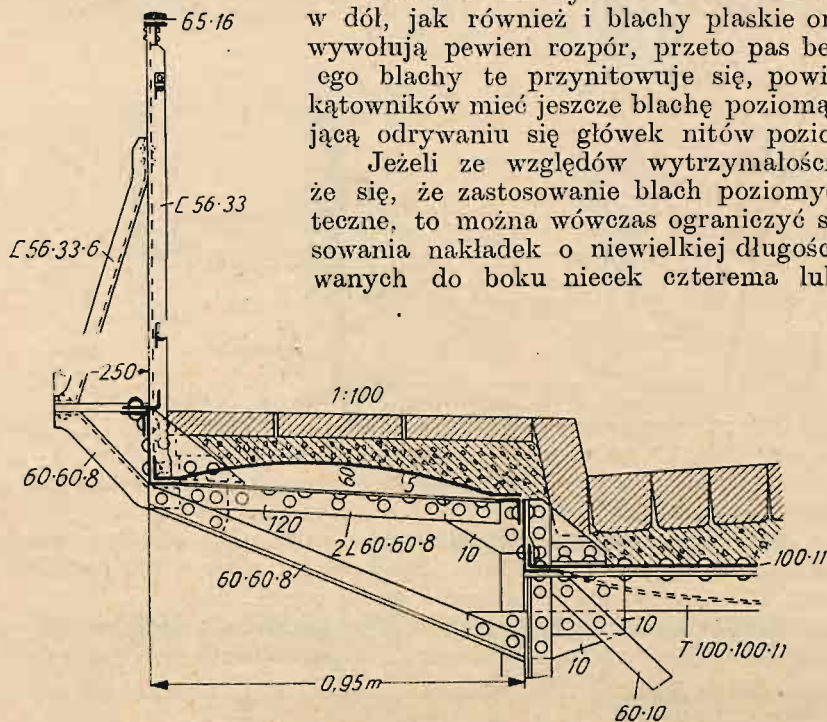


Rys. 279

W mostach nitowanych blachy nieckowe przytwierdza się nitami do belek jezdni, w mostach zaś spawanych — przypawa się (rys. 281).

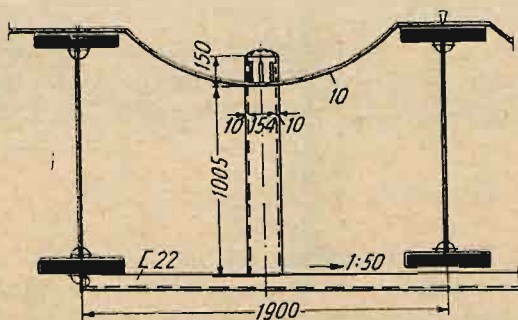
Ponieważ blachy nieckowe ułożone wklęsłością w dół, jak również i blachy płaskie oraz walcowe wywołują pewien rozpór, przeto pas belki, do którego blachy te przynitowuje się, powinien oprócz kątowników mieć jeszcze blachę poziomą, zapobiegającą odrywaniu się główek nitów poziomych pasa.

Jeżeli ze względów wytrzymałościowych okaże się, że zastosowanie blach poziomych jest zbyt kosztowne, to można wówczas ograniczyć się do zastosowania nakładek o niewielkiej długości, przynitowanych do boku niecek czterema lub sześcioma

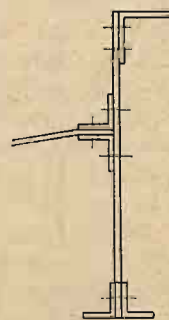


Rys. 280

Na rys. 282 podany jest sposób przymocowania niecki do skrajnej belki podłużnej jezdni. Aby zapobiec odrywaniu się główek nitów poziomych kątownika, na którym jest umieszczona niecka, zastosowano krótki kątownik górny na 2÷3 nity w odstępach co 1,0÷1,2 m.



Rys. 281



Rys. 282

Przy blachach nieckowych stosowanie belek dwuteowych walcowanych jako żeber pomostu jest z tych względów bardzo wskazane z tym jednak zastrzeżeniem, że wymiar ich nie powinien być mniejszy od wymiaru belki NP Nr 24, gdyż boki belki do przytwierdzania niecek powinny mieć długość co najmniej 45 mm.



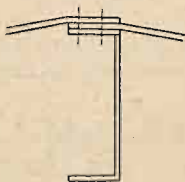
Przy stosowaniu korytek można niecki przytwierdzać w sposób podany na rys. 283; sposób ten jest jednakże niedogodny, ponieważ niecka górna wymaga podkładek wyrównawczych.

Niecki przytwierdza się do belek według sposobów podanych na rys. 284 i 285.

Sposób przytwierdzania według rys. 285 stosuje się wówczas, gdy chodzi o znitowanie belek w warsztatach lub znitowanie niecek na miejscu budowy mostu oraz uniezależnienie rozstawu i średnicy nitów, służących do przymocowania niecek, od nitów w pasie belki. Blacha wystająca powinna w tym przypadku mieć grubość co najmniej 12 mm.

Grubość boków kątowników belek, do których przynitowuje się blachy nieckowe o bokach 65 mm, powinna wynosić co najmniej 8 lub 9 mm.

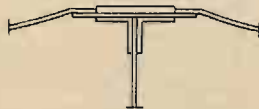
Jeżeli kątowniki pasowe w przekroju okażą się większe od wymaganych, to wówczas lepiej jest zastosować górne kątowniki małe, np. 60.60.8, i nakryć je z góry blachą poziomą 140.8. Pas dolny składać się będzie tylko z dwóch kątowników większych wymiarów (bez blachy poziomej), a zatem przekrój belki stanie się niesymetryczny. Ze względów oszczędnościowo-wytrzymałościowych jest rzeczą pożądaną, aby pozioma oś obojętna takiego przekroju wypadła możliwie pośrodku wysokości belki.



Rys. 283



Rys. 284



Rys. 285

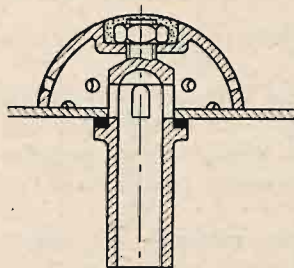
Grubość warstwy betonu na blachach nieckowych i innych, łącznie z warstwą zaprawy cementowej wyrównawczej i wygładzającej jego powierzchnię, powinna ponad metalowymi częściami konstrukcji wynosić co najmniej 60 mm, przy czym warstwa betonu powinna mieć grubość 45 mm, a warstwa zaprawy cementowej — 15 mm. Na wygładzonej i wyschniętej powierzchni betonu kładzie się powłokę izolacyjną tak ułożoną, aby woda nie mogła się przez nią przedostać do betonu, a przez beton — do niecek.

Jako powłokę izolacyjną stosuje się jutę lub brezenty powleczone gudronem, jak również ruberoidy lub cienkie blachy ołowiane o grubości  $0,2 \div 0,3$  mm, ułożone między dwiema warstwami papy bitumicznej, również sklejonymi gudronem i nim pokrytymi.

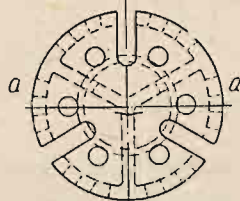
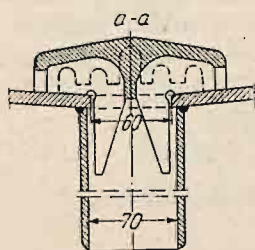
W celu zabezpieczenia warstwy izolacyjnej od uszkodzeń przez ostre kamienie podsypki, zarówno przy jej ubijaniu jak i przy zgarnianiu podczas remontu, pokrywa się warstwę izolacyjną warstwą chudego betonu grubości  $45 \div 50$  mm. Aby zapobiec pękaniu betonu, wzmacnia się go niekiedy siatką z drutów. Dopiero tak przygotowaną warstwę betonu pokrywa się podsypką żwirową grubości co najmniej 15 cm licząc od spodu podkładów, jeżeli wysokość konstrukcji nawierzchni jest ograniczona. Jeśli zaś wysokość konstrukcji nie jest ograniczona, to warstwę betonu pokrywa się warstwą podsypki o grubości 20 cm.

Przy nawierzchniach z podsypką bardzo ważną rzeczą jest należyte odprowadzenie wody, która wsiąka w podsypkę. W tym celu warstwa izolacyjna i beton ją chroniący powinny mieć jednostronny spadek poprzeczny lub dwustronny ku środkowi mostu i spadki podłużne.

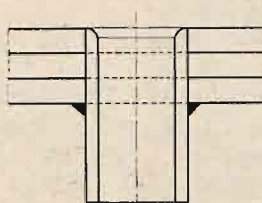
### 3. Odwadnianie nawierzchni z podsypką



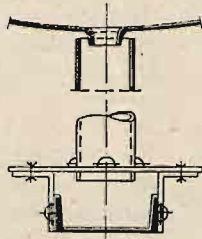
Rys. 286



Rys. 2



Rys. 288



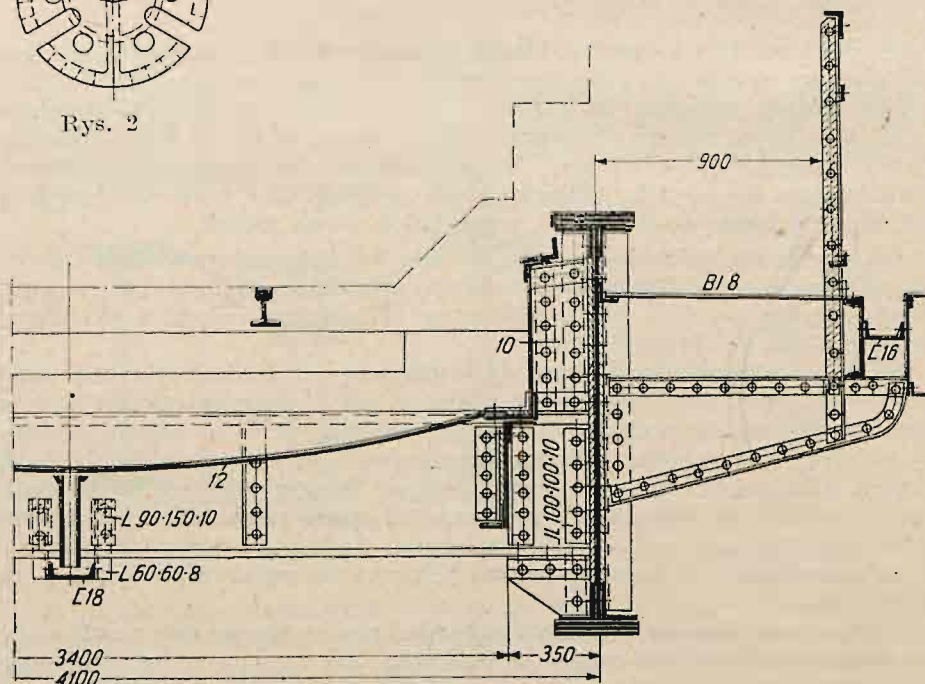
Rys. 289

W najniższych miejscach nawierzchni powinny być założone rury odwadniające, wyprowadzone pod most, przez które woda ścieka do rynien odprowadzających ją do podpór mostowych i stamtąd do otwartych kanałów miejskich lub do rynsztoków, jeżeli w pobliżu nie ma przewodów kanalizacyjnych.

Przy zakładaniu rur spustowych izolacja powinna być wprowadzona do talerza tych rur, aby woda ściekała do rury, a nie obok rury.

Koszyk przykrywający talerz może być umieszczony na warstwie odwadniającej (rys. 286).

Przy omawianym sposobie izolacji nawierzchni nie zachodzi potrzeba umieszczania rurek odwadniających w najniższych miejscach niecek.



Rys. 290



Jeżeli zaś podsypka leży bezpośrednio na nieckach, to wtedy każda z niecek powinna mieć rurkę odwadniającą, wstawioną w najniższym miejscu niecki.

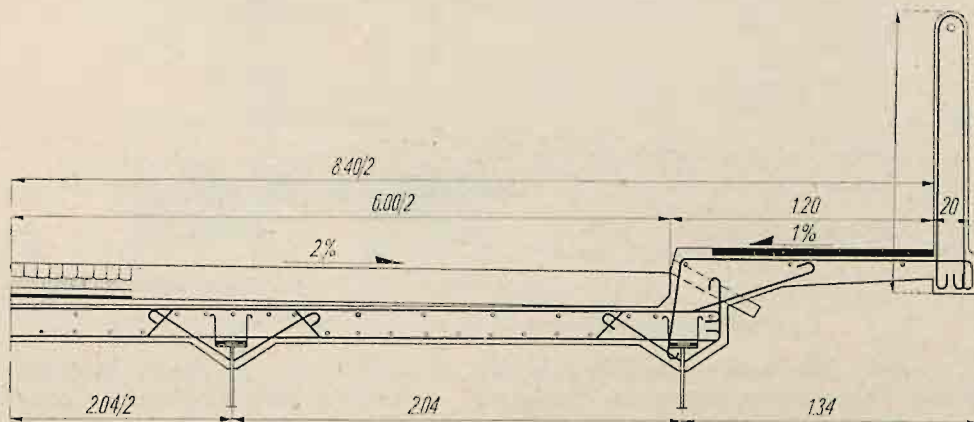
Rurki te mogą być u dołu przypawane do niecek i u góry pokryte czapczkami, aby zapobiec ich zapychaniu przez podsypkę (rys. 287), lub też wpuszczone na gwint w nakładkę przynitowaną do spodu niecki (rys. 288); ponadto mogą być one wytłoczone i wówczas rurka odwadniająca może obejmować rąbki otworu wytworzone przy jego wytłaczaniu (rys. 289).

We wszystkich tych przypadkach woda ścieka do rynien i następnie odprowadza się ją do rzeki, kanałów lub rynsztoków (rys. 290).

#### 4. Podłoże z płyt żelbetowych

Podobnie jak poprzednio rozpatrzone konstrukcje nawierzchni, podłoże z płyt żelbetowych wymaga belek podłużnych, na których oparta jest płyta (rys. 291).

Grubość płyty żelbetowej w jezdni wynosi  $15 \div 20$  cm, przy czym płyta powinna być pokryta warstwą izolacji odwadniającej i warstwą ochronną.



Rys. 291

Przy podłożu z płyt żelbetowych i przy zachowaniu normalnej grubości podsypki ciężar nawierzchni staje się znacznie większy, lecz jej konserwacja jest mniej kosztowna. Z tego powodu w mostach o niewielkich rozpiętościach prześel zaleca się stosowanie płyt żelbetowych. Również w wiaduktach nad torami kolejowymi, gdzie gaz wydzielający się z kominów parowozów działa szkodliwie na części stalowe mostu, należy stosować te płyty, przy czym jest rzeczą wskazaną pokrywanie betonem całej konstrukcji stalowej.

#### 5. Stalowa jezdnia falista

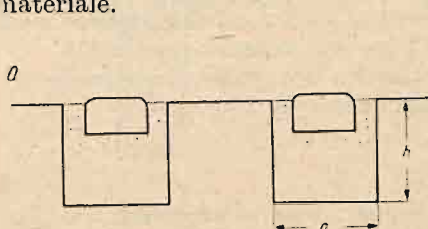
W przypadkach gdy wysokość ustrojowa mostu jest bardzo mała, można wykonać jezdnię mostu bez belek poprzecznych i podłużnych, a mianowicie tzw. pomost falisty. Składa się on z fal (rys. 292) o przekroju prostokątnym, trapezowym lub trójkątnym, które zastępują belki poprzeczne.

Fale te mogą być wykonane z zetowników i blach (rys. 293) lub z kątowników i blach (rys. 294).

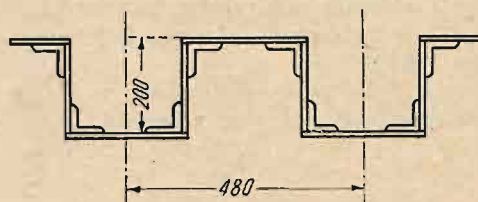
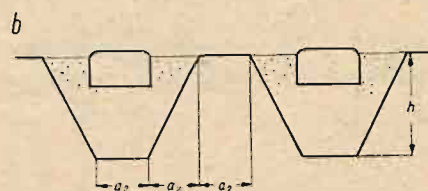
W kolejowych mostach jednotorowych wysokość fali może wynosić do 20 cm, w mostach zaś dwutorowych — do 45 cm.

Jeżeli przyjąć, że dźwigary główne mają grubość blach poziomych i kątowników pasowych w pasie dolnym wynoszącą 5 cm i że podkłady wystają ponad górną krawędź fali na 3 cm, to wówczas całkowita wysokość ustrojowa w mostach jednotorowych wynosi 28 cm, a w mostach dwutorowych — 53 cm.

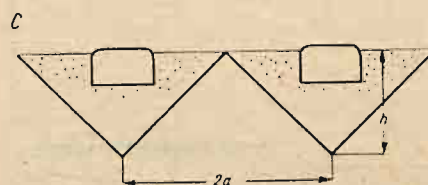
Fale zamiast nitowanych mogą być spawane, co daje oszczędność na materiale.



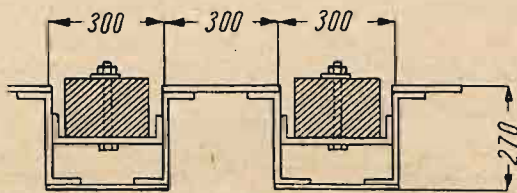
Rys. 293



Rys. 294



Rys. 292



Rys. 295

Jeżeli fale ustawi się nieco wyżej, a mianowicie na górnej krawędzi boków kątowników pasowych dźwigarów, to przy użyciu kątowników pasowych  $90 \cdot 90 \cdot 10$  lub  $120 \cdot 120 \cdot 10$  wysokość ustrojowa mostu wzrośnie o szerokość boku kątownika bez jego grubości, tj. około  $8 \div 11$  cm.

Mostownice są umieszczone na krótkich korytkach przynitowanych do ścian fal (rys. 295) i są połączone z tymi korytkami śrubami pionowymi.

Zamiast układać mostownice bezpośrednio na falach można wgłębenia fal wypełnić żwirem lub tłuczniem i w nich umieszczać podkłady. Wymaga to jednak szerszych wgłębień, aby podkład o szerokości około 20 cm mógł mieć z boków jeszcze wolne miejsca do podbijania podsypki pod podkłady. Długość fali powinna wynosić wtedy około 80 cm. Ułożenie podkładów na żwirze lub tłuczniu ma w tym przypadku takie same znaczenie jak ułożenie podkładów na podsypce przy podłożu nieekowym.

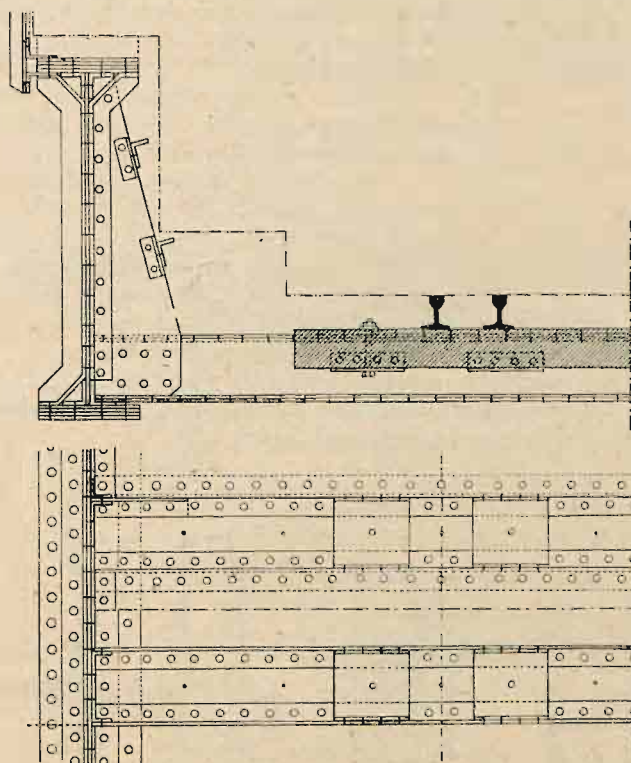
Przytwierdzenie fal korytkowych do dźwigarów głównych może być dwojakie:

- fale swymi dolnymi częściami opierają się o poziome boki kątowników pasowych,
- fale opierają się o górną krawędź boków pionowych kątowników pasowych.

Przy połączeniu według pierwszego sposobu (rys. 296) skok nitów w pasach dźwigarów głównych jest uzależniony od długości fali, ponieważ nity pionowe pasów muszą trafiać na nity kątowników dolnych fal.

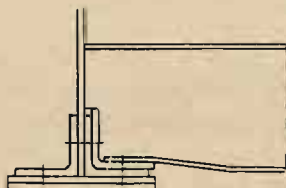


Ponieważ nity poziome są przesunięte o pół skoku w stosunku do nitów pionowych, przeto nity te trafiają na czola blach pionowych fal i dlatego od strony fal muszą mieć główki wtopione.

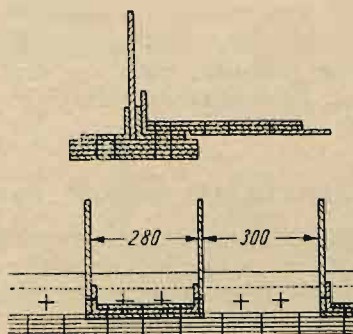


Rys. 296

W miejscach, gdzie kątowniki pasów mają nakładki stykowe — co jest nieuniknione przy większych rozpiętościach dźwigarów głównych — końce



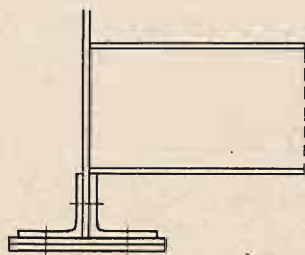
Rys. 297



Rys. 298

blach pionowych w falach muszą otrzymać wycięcia odpowiednio do grubości i szerokości kątownika nakładki stykowej, pozioma zaś blacha dolna fal musi być podniesiona na tę samą grubość nakładki kątownikowej (rys. 297).

W ostatnim przypadku można dolną blachę fali doprowadzić tylko do nakładki stykowej kątownika (rys. 298), a kątowniki dolne fali nałożyć na nakładkę stykową kątownika, który powinien mieć grubość równą grubości dolnej blachy fali. Pomiędzy dolnymi kątownikami umieszcza się przekładkę o grubości odpowiadającej grubości kątowników, a następnie nakładkę poziomą.



Rys. 299

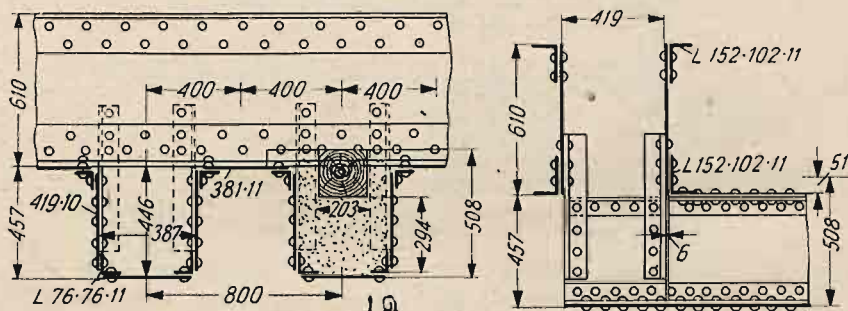
Przy drugim sposobie przytwierdzania fal korytkowych unika się tych ograniczeń i nity można stawiać dowolnie (rys. 299).

W tym przypadku konieczność dokonania wycięć w czołach fal może zachodzić w stykach blach pionowych dźwigarów głównych.

Na końcach mostu fala powinna się kończyć półgrzbietami, a więc długość fali powinna być  $n$ -krotnie razy mniejsza od całej długości dźwigara, gdzie  $n$  jest liczbą całkowitą.

W mostach kratowych pomost falisty podwiesza się do pasa dolnego, który w tych przypadkach ma przekrój rurowy (rys. 300).

Pomost z fal prostokątnych może być również zabetonowany, jak się to praktykuje w pomoście z blach nieckowych.



Rys. 300

Odprowadzanie wody z wgłębień fal przeprowadza się tak samo jak w blachach nieckowych. Ponieważ jednak wgłębienia fal na całej ich długości są przeważnie poziome, przeto w dnie fali wzdłuż całej jej długości wierci się niezbędną ilość otworów, przez które woda ścieka na dół do odpowiednich rynienek.

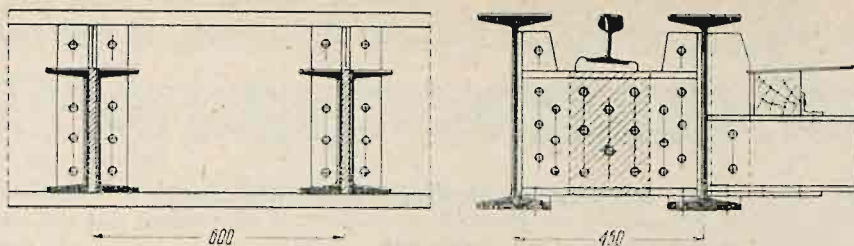
## 6. Nawierzchnia kolejowa na dźwigarach bliźniaczych

Najbardziej zmniejszoną wysokość ustrojową mostów kolejowych o rozpiętości do 10 m można osiągnąć przez zastosowanie tzw. dźwigarów bliźniaczych, służących do podtrzymania szyn toru na moście.

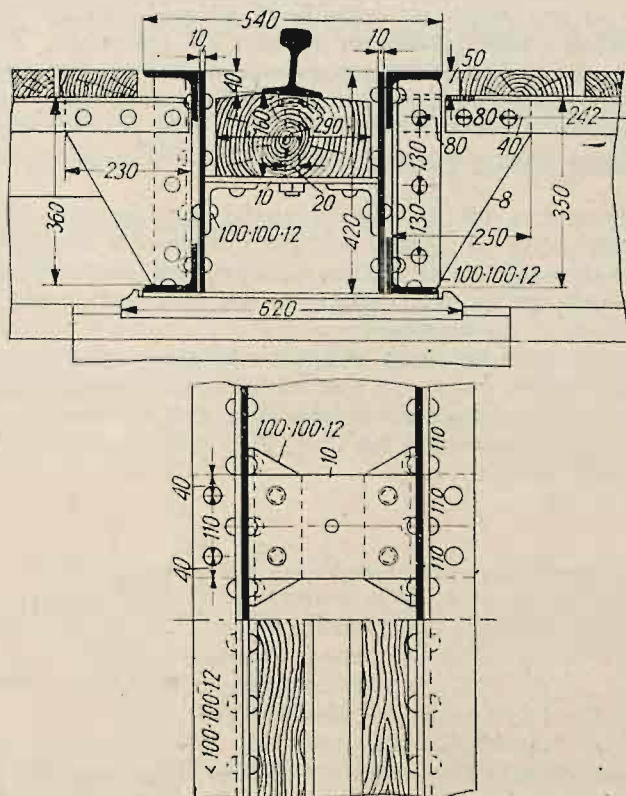
Dźwigary bliźniacze mogą być złożone z dwuteowników lub ceowników nitowanych, walcowanych albo spawanych (rys. 301, 302 i 303).

Minimalna wysokość ustrojowa od stopki szyny do dołu dźwigarów bliźniaczych wynosi 200 mm, wysokość szyny — 140 mm, a wzniesienie dźwigarów ponad główkę szyny — 50 mm (zgodnie ze skrajnią taboru). Zatem wysokość dźwigarów równa się:  $200 + 140 + 50 = 390$  mm.





Rys. 301

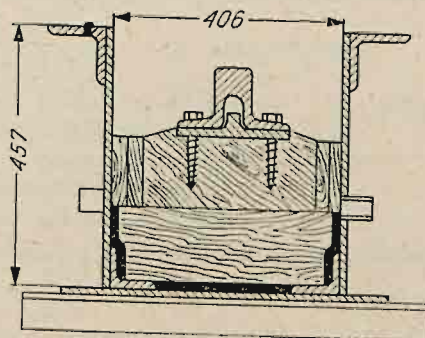


Rys. 302

Szerokość w świetle między dźwigarami bliźniaczymi powinna wynieść co najmniej 200 mm w moście na prostej, natomiast w mostach na krzywych, zależnie od strzałki toru, może dochodzić do 600 mm.

Przymocowanie szyny może być dwojakiego rodzaju:

- 1) szynę umieszcza się na drewnianym balu podłużnym (rys. 303), co utrudnia odwodnienie koryta;
- 2) szynę przymocowuje się do stalowych poprzeczek-przepon, wyko-



Rys. 303

nanych z blachy pionowej i dwóch ceowników (rys. 301). Odległość pomiędzy przeponami nie przekracza 90 cm i zależy od wytrzymałości szyn.

Odległość pomiędzy dźwigarami bliźniaczymi mostu wynosi około 1,5 m. Każdy dźwigar bliźniaczy opiera się na oddzielnym ciosie.

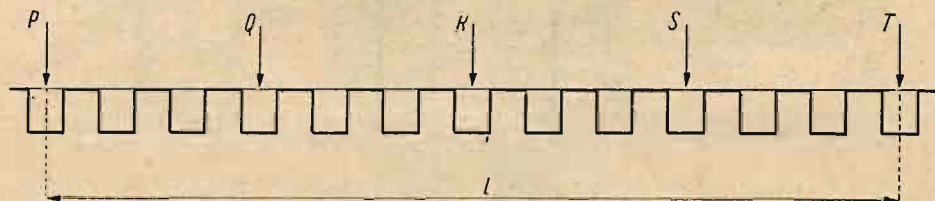
## C. Obliczanie nawierzchni kolejowej

### 1. Obliczanie podłoża z fal stalowych

Obliczenie nawierzchni składającej się z mostownic drewnianych lub stalowych polega na obliczeniu wytrzymałości tych elementów jako belek pracujących na zginanie pod działaniem nacisku kół parowozu. Znając wielkość współczynnika rozkładu ciśnień na mostownice otrzymamy ciśnienie przypadające na poszczególne mostownice i wielkość momentów je zginających. Podobnie postępujemy przy obliczaniu podłoża z fal stalowych. Ograniczamy się więc do podania wskazówek dotyczących obliczeń podkładu z fal stalowych prostokątnych.

Każdą falę można uważać za oddzielną mostownicę. Wprawdzie fale nie są oddzielone jedna od drugiej tak jak mostownice współpracujące tylko dzięki działaniu szyn jako belek o pewnej sztywności, lecz są powiązane z sobą: znitowane lub spawane na całej długości i wskutek tego są dobrze konstrukcyjnie przystosowane do współpracy.

Przy rozpatrywaniu fal jako oddzielnych mostownic zakłada się, że odległość pomiędzy osiami parowozu jest wielokrotną długości fali, tzn. że jeżeli jedno koło parowozu stanie nad wgłębieniem fali, to pozostałe koła znajdują się nad wgłębieniem sąsiednich fal (rys. 304).



Rys. 304

W zależności od współczynnika  $\gamma$  rozkładu ciśnień ciężary  $P, Q, R, S, T$  będą się rozkładać na 3 lub 5 fal i na tej podstawie znajdziemy, jakie części ciężarów ruchomych przypadną na poszczególne fale.

$$\text{Współczynnik } \gamma = \frac{a^3 E_1 I_1}{EI c^2 (3L - 4c)},$$

gdzie:  $a$  — odstęp pomiędzy osiami fal,

$E_1 I_1$  — sztywność fali,

$EI$  — sztywność szyny,

$L$  — rozpiętość fali (rozstaw podłużnic),

$c$  — odległość między osią podłużnicą a osią szyny; dla toru normalnego  $c = 0,5 (L - 1,50)$ .

Jeżeli wypadnie, że  $\gamma < \frac{1}{3}$ , to ciężar koła rozłoży się na 5 fal, jeżeli zaś  $\gamma > \frac{1}{3}$ , to ciężar koła rozłoży się na 3 fale.



Sumując to, co przypadnie na każdą z fal, otrzymamy całkowite największe ciśnienie, które ułatwia obliczenie naprężeń od zginania i ścinania w przekroju fal.

Ten sam sposób obliczania można zastosować i w tym przypadku, gdy odległość osi koła parowozu do osi podpory fali jest niewielka, a mianowicie około  $10 \div 15$  cm.

Doświadczenia wykazały, że przy obciążeniu fal parowozem ugięcie wszystkich fal, zwłaszcza w pobliżu środkowej osi parowozu, jest prawie jednakowe.

Można zatem przyjąć, że na długości bazy parowozu ciśnienie jego rozkłada się równomiernie na wszystkie fale.

Jeżeli zatem długość bazy (odległość między skrajnymi osiami parowozu) wynosi  $l$ , to liczba fal  $n$  równa się  $\frac{l}{a} + 1$ , gdzie  $a$  jest długością fali. Otrzymałą liczbę  $n$  zaokrąglamy do całej liczby mniejszej. Tak np. przy  $l = 6$  m i  $a = 54$  cm otrzymamy  $n = \frac{600}{54} + 1 = 12,1$ , czyli po zaokrągleniu 12 fal.

## 2. Obliczanie blachy cylindrycznej

Obliczanie blachy cylindrycznej związane jest z pewnymi trudnościami, ponieważ dotychczas nie ustalono według jakiego prawa rozkłada się ciśnienie przez podsypkę na blachę od ciężarów skupionych.

Przy dobrej podsypce można przyjąć, że ciśnienie od ciężaru skupionego rozprzestrzenia się pod kątem  $45^\circ$ , jeśli więc na wierzchu podsypki działa siła skupiona  $Q$  na powierzchnię  $ab$  wzdłuż szerokości  $a$  i długości  $b$ , to w podstawie warstwy podsypki o grubości  $\delta$  działanie ciśnienia  $Q$  rozłoży się na powierzchnię  $(a + 2\delta)(b + 2\delta)$ ; zatem równomierne ciśnienie na blachę wyniesie:

$$q = \frac{Q}{(a + 2\delta)(b + 2\delta)}.$$

Kształt krzywej cylindra przyjmiemy w postaci paraboli.

Oznaczamy rozpiętość blachy cylindrycznej przez  $l$ , strzałkę jej przez  $f$ , grubość przez  $\delta$ , obciążenie stałe i ruchome w kG/cm przez  $p$  i  $q$  oraz dopuszczalne naprężenie w blaszce cylindrycznej przez  $k$ .

Rozpatrzmy dwa przypadki obciążenia ciężarem ruchomym:

- 1) ciężar ruchomy zajmuje połowę rozpiętości blachy licząc od podpory,
- 2) ciężar ruchomy zajmuje środkową połowę rozpiętości.

Ponieważ blacha nie jest gruba, możemy przyjąć, że mamy do czynienia z łukiem trójkątowym o kształcie paraboli.

*Przypadek pierwszy* (rys. 305)

Równanie paraboli będzie:  $y = \frac{4f}{l^2} x(l - x)$ .

Rozpór od obciążenia stałego  $p$  i ruchomego  $q$ :

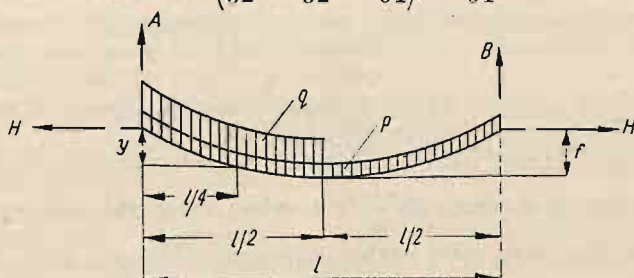
$$H_p = \frac{pl^2}{8f}; \quad H_q = \frac{ql^2}{16f}; \quad H_p + H_q = (2p + q) \frac{l^2}{16f}.$$

Moment zginający od obciążenia ruchomego w odległości  $\frac{l}{4}$  od podpory wypadnie:

$$M_q = \frac{3}{8} ql \cdot \frac{l}{4} - \frac{q \cdot l}{4} \cdot \frac{l}{8} - H_q \cdot y.$$

Podstawiając  $H_q = \frac{ql^2}{16f}$  i rzędną paraboli, przy  $x = \frac{l}{4}$ ,  $y = \frac{4fx(l-x)}{l^2} = \frac{3}{4}f$  otrzymamy:

$$M_q = ql^2 \left( \frac{3}{32} - \frac{1}{32} - \frac{3}{64} \right) = \frac{1}{64} ql^2.$$



Rys. 305

Otrzymany moment zginający jest duży i dlatego grubość  $\delta$  blachy wypadnie zbyt duża oraz nie poparta doświadczeniami. Winkler np. zaleca moment zginający zmniejszać 10-krotnie, inni zaś inżynierowie proponują w ogóle nie brać pod uwagę momentu zginającego ze względu na niewielki stosunek grubości blachy do jej rozpiętości  $\left( \frac{1}{100} \div \frac{1}{150} \right)$ .

Jeżeli moment zginający zmniejszy dwukrotnie, to przy szerokości blachy walcowej 1 cm otrzymamy:

$$\text{przekrój } F = 1 \cdot \delta \text{ cm}^2;$$

$$\text{wskaźnik wytrzymałości } W = \frac{\delta^2}{6} \text{ cm}^3;$$

$$\text{naprężenie od rozporu } \sigma_1 = \frac{(2p + q) l^2}{16\delta} \text{ kG/cm}^2;$$

$$\text{naprężenia od momentu zginającego } \sigma_2 = \frac{6}{128} \frac{ql^2}{\delta^2} = \frac{3ql^2}{64\delta^2} \text{ kG/cm}^2.$$

Całkowite naprężenie wyniesie:

$$\sigma = \sigma_1 + \sigma_2 = \frac{l^2}{16} \left( \frac{3q}{4\delta^2} + \frac{2p + q}{f\delta} \right) \text{ kG/cm}^2. \quad [1]$$

*Przypadek drugi* (rys. 306)

Pozostawiając te same oznaczenia otrzymamy:

$$H_q = \frac{q\lambda}{8f} (2l - \lambda); \quad H_p = \frac{pl^2}{8f}.$$

Największy moment zginający w odcinku nie obciążonym ciężarem ruchomym otrzymamy w odległości  $\frac{l}{2} \cdot \frac{l - \lambda^*}{2l - \lambda}$  od podpory A. Przy tej odległości rzędna paraboli równa się:

$$y = \frac{f(l - \lambda)(3l - \lambda)}{(2l - \lambda)^2},$$

\*) Dla przekroju w odległości  $x$  od opory A na części nie obciążonej ruchomym obciążeniem:

$$M_x = A_x \cdot x - H_q \cdot y = \frac{q\lambda}{2} \cdot x - \frac{q\lambda}{8f} (2l - \lambda) \cdot \frac{4f}{l^2} x (l - x),$$

$$M_x = \frac{q\lambda}{2} \left[ x - \frac{x}{l} (2l - \lambda) + \frac{x^2}{l^2} (2l - \lambda) \right]; \quad \frac{dM_x}{dx} = \frac{q\lambda}{2l^2} [2x(2l - \lambda) - l(l - \lambda)] = 0 \text{ skąd } x = \frac{l}{2} \cdot \frac{l - \lambda}{2l - \lambda}.$$



a moment zginający

$$M_q = -\frac{q\lambda}{8} \cdot \frac{(l-\lambda)^2}{2l-\lambda}; \quad H_q + H_p = \frac{1}{8f} [pl^2 + q\lambda(2l-\lambda)].$$

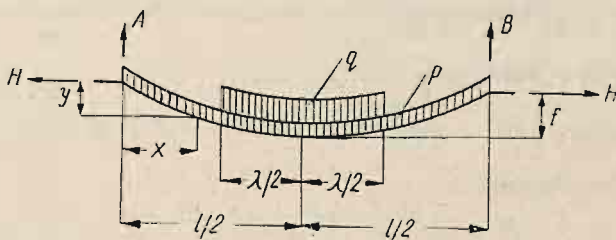
Zmniejszając moment o połowę, jak poprzednio założyliśmy, otrzymamy naprężenia:

$$\text{od rozporu } \sigma_1 = \frac{1}{8f\delta} [pl^2 + q\lambda(2l-\lambda)] \text{ kG/cm}^2;$$

$$\text{od momentu gnącego } \sigma_2 = \frac{3}{8} \cdot \frac{q\lambda}{\delta^2} \cdot \frac{(l-\lambda)^2}{2l-\lambda} \text{ kG/cm}^2$$

i całkowite naprężenie

$$\sigma = \sigma_1 + \sigma_2 = \frac{1}{8f\delta} pl^2 + \frac{q\lambda}{8f\delta(2l-\lambda)} \{ \delta(2l-\lambda)^2 + 3f(l-\lambda)^2 \}. \quad [2]$$



Rys. 306

Największy rozpór równa się:

$$H = \frac{(p+q)l^2}{8f}. \quad [3]$$

Odległość pomiędzy nitami przytwierdzającymi blachy do belek wyniesie: ze względu na ścinanie

$$eH = \frac{\pi d^2}{4} 0,8 k_r = 0,2 \pi d^2 k_r; \quad e = \frac{0,2 \pi d^2 k_r}{H};$$

lub ze względu na docisk

$$d \delta 1,5 k_r = eH; \quad e = \frac{1,5 d \delta}{H} k_r.$$

Należy nadmienić, że w większości przypadków obciążenie blachy do połowy jej rozpiętości jest mniej korzystne.

### 3. Obliczanie blachy nieckowej

Obliczanie blach nieckowych napotyka jeszcze większe trudności.

Różni inżynierowie dochodzili do różnych wyników i obliczenia ich należy traktować jako bardzo przybliżone.

Jeżeli wyjdziemy z założenia, że przy blasze nieckowej o wymiarach  $a$  i  $b$  (rys. 274) obciążenie  $p$  równomiernie rozłożone przenosi się na krawędzie niecki proporcjonalnie do czwartej potęgi boków niecek, to otrzymamy:

$$\text{że na krawędź } A \text{ przypadnie obciążenie } \frac{a^4}{a^4 + b^4} \cdot \frac{Q}{2}$$

$$\text{i na krawędź } B \text{ obciążenie } \frac{b^4}{a^4 + b^4} \cdot \frac{Q}{2}.$$

Obciążenie równomiernie rozłożone na powierzchni  $a_1 b_1$  oznaczamy przez

$$q = \frac{Q}{a_1 b_1} \text{ kG/cm}^2.$$

Analogicznie do podanych poprzednio wzorów dla paska szerokości 1 cm otrzymamy w kG na cmb następujące obciążenia:  
na pasek długości  $b$ :

$$q' = \frac{a^4}{a^4 + b^4} q \quad \text{i} \quad p' = \frac{a^4}{a^4 + b^4} p,$$

na pasek długości  $a$

$$q'' = \frac{b^4}{a^4 + b^4} q \quad \text{i} \quad p'' = \frac{b^4}{a^4 + b^4} p.$$

Jeżeli obciążenie  $q'$ ,  $q''$  i  $p'$ ,  $p''$  wstawimy do wzorów (1), (2) i (3) dla blachy walcowej (p.2), to otrzymamy następujące wyrażenia dla naprężeń w niecce:

dla kierunku krótkiego  $b$

$$\sigma_b = \frac{a^4}{a^4 + b^4} \cdot \frac{1}{8f\delta} \left\{ pb^2 + \frac{qb_1}{\delta(2b - b_1)} [\delta(2b - b_1)^2 + 3f(b - b_1)^2] \right\} \text{ kG/cm}^2;$$

dla kierunku długiego  $a$

$$\sigma_a = \frac{b^4}{a^4 + b^4} \cdot \frac{1}{8f\delta} \left\{ pa^2 + \frac{qa_1}{\delta(2a - a_1)} [\delta(2a - a_1)^2 + 3f(a - a_1)^2] \right\} \text{ kG/cm}^2.$$

Rozpór dla długości  $a$

$$H = \frac{a^4}{a^4 + b^4} \cdot \frac{pb^2 + qb_1(2b - b_1)}{8f};$$

rozpór dla szerokości  $b$

$$H = \frac{b^4}{a^4 + b^4} \cdot \frac{pa^2 + qa_1(2a - a_1)}{8f}.$$

Przy całkowitym obciążeniu ciężarem ruchomym do podanych wzorów zamiast  $a_1$  i  $b_1$  należy wstawić  $a$  i  $b$ .

Mając rozpór na 1 cm szerokości określimy — analogicznie jak przy obliczaniu blach walcowych — odległość pomiędzy nitami.

Przytoczone obliczenia nie są ściśle i wymiary niecek ustalono na podstawie praktycznych doświadczeń.

Z blachami nieckowymi przeprowadzono wiele doświadczeń, mianowicie badano ich wytrzymałość przy obciążeniu, doprowadzając do ich zniszczenia.

Wszystkie doświadczenia wykazują, że przy wymiarach niecek w planie od  $1,5 \cdot 1,5$  m do  $1,0 \cdot 2,75$  m w zupełności wystarczające są grubości około  $6 \div 7$  mm. Przy obciążeniach skupionych, które stosuje się obecnie, współczynnik bezpieczeństwa dochodzi do  $4 \div 5$ .

W jezdni stosuje się zwykle niecki o grubości  $7 \div 8$  mm, w chodnikach zaś całkowicie wystarczają niecki o grubości  $4 \div 5$  mm.

## Rozdział II

### NAWIERZCHNIA STALOWYCH MOSTÓW DROGOWYCH

Pod względem konstrukcji zeber pomostu oraz podłoża podtrzymującego nawierzchnię jezdni mostów drogowych nie różni się od jezdni mostów kolejowych. Różnica jest dość znaczna jedynie w pokryciu jezdni oraz chodników.